

⑫

**FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:  
**13.08.86**

⑤① Int. Cl.: **F 42 C 19/12, F 42 B 3/12**

②① Numéro de dépôt: **82401734.7**

②② Date de dépôt: **27.09.82**

⑤④ **Initiateur pyrotechnique électrique à effet Joule.**

③③ Priorité: **28.09.81 FR 8118191**

④③ Date de publication de la demande:  
**06.04.83 Bulletin 83/14**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:  
**13.08.86 Bulletin 86/33**

⑥④ Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE GB IT LI SE**

⑤⑥ Documents cités:  
**BE-A-840 674**  
**FR-A-2 090 579**  
**FR-A-2 305 478**  
**FR-A-2 436 963**  
**GB-A-1 565 207**  
**GB-A-2 049 651**  
**US-A-3 333 538**  
**US-A-3 426 682**

⑦③ Titulaire: **ETAT- FRANCAIS représenté par le**  
**DELEGUE GENERAL POUR L'ARMEMENT,**  
**Bureau des Brevets et Inventions de la**  
**Délégation Générale pour l'Armement 14, rue**  
**Saint- Dominique, F-75997 Paris Armées (FR)**

⑦② Inventeur: **Refouvelet, Joseph, No 6 Lotissement**  
**"Le Courcaillet" Horgues, F-65360 Bernac- Debat**  
**(FR)**  
Inventeur: **Baldy, Paul, 10, rue de l'île de France,**  
**F-65000 Tarbes (FR)**

**EP 0 076 210 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

Le domaine de la présente invention est celui des initiateurs pyrotechniques à dispositif d'initiation électrique. Un initiateur pyrotechnique, encore appelé amorce, se compose le plus généralement, outre d'un alvéole métallique lui servant de boîtier d'une composition pyrotechnique dite utile à base d'explosif primaire et d'un dispositif d'initiation proprement dit.

La présente invention concerne plus particulièrement les initiateurs pyrotechniques électriques dont le dispositif d'initiation utilise l'effet Joule. Sous l'effet d'un courant électrique dit de mise à feu envoyé par un dispositif extérieur dans une résistance, une quantité de chaleur est libérée provoquant la décomposition explosive de la charge pyrotechnique utile en contact avec la résistance.

Parmi ces derniers on connaît principalement les amorces à fil, les amorces à composition conductrice, les amorces à couche métallique telles que celles décrites dans le brevet BE-A-840 674.

Les amorces à fil utilisent comme élément chauffant des fils métalliques résistifs au contact dans la charge pyrotechnique utile et soudés à chaque extrémité sur des électrodes. Cependant ces fils métalliques ne présentent pas une grande résistivité. L'augmentation de la résistance totale du fil exige soit une augmentation de longueur soit une diminution du diamètre du fil.

Mais l'augmentation de la longueur du fil est souvent impossible dans l'encombrement d'un initiateur et la diminution de son diamètre entraîne une fragilité prohibitive. De plus ces fils doivent être soudés sur les électrodes et cette soudure est une opération délicate et coûteuse et qui entraîne une fragilisation du fil.

En fait cette technologie simple du fil résistant est, adaptée aux initiateurs à faible résistance, celle-ci ne dépassant pas 10  $\Omega$ , et aux fabrications de petites et moyennes séries.

Les amorces à compositions conductrices ne comportent pas d'élément chauffant indépendant, mais c'est la composition pyrotechnique elle-même qui est rendue conductrice, en général par apport de graphite et qui conduit le courant électrique et s'échauffe directement par effet Joule.

Ces amorces apportent l'avantage d'une résistance élevée, mais elles présentent des inconvénients.

En premier lieu il est difficile de réaliser une homogénéité parfaite de la composition pyrotechnique conductrice, de sorte que lors de la fabrication en série, on constate des écarts considérables sur les résistances électriques des différents échantillons de composition.

Par ailleurs, un courant électrique parasite même relativement faible peut provoquer l'initiation accidentelle de ces amorces, ce qui peut s'expliquer par le fait que la résistance électrique de la composition pyrotechnique

conductrice varie en fonction de l'énergie électrique qu'on lui applique.

L'initiateur pyrotechnique électrique à composition conductrice décrit dans le brevet FR-A-2436963 présente une sécurité et une fiabilité améliorée mais sa fabrication faisant intervenir le branchement d'une résistance en parallèle est plus complexe, d'autre part on obtient une résistance encore assez imprécise.

L'initiateur pyrotechnique électrique à effet Joule décrit dans le brevet BE-A-840 674 présente un élément résistif consistant en une couche métallique mince déposée sous vide. La valeur de la résistance reste faible et imprécise, tandis que cette technique de dépôt de couches munies (couches d'épaisseurs inférieures à 1  $\mu\text{m}$ ) ne permet pas l'utilisation de ces amorces sous des contraintes mécaniques et thermiques sévères.

Le but de la présente invention est de réaliser un initiateur pyrotechnique électrique à dispositif d'initiation utilisant l'effet Joule dont la résistance électrique puisse atteindre une valeur de l'ordre de plusieurs dizaines ou même centaines d'ohms.

En effet l'utilisation d'une résistance élevée permet d'une part d'augmenter la sensibilité et d'autre part d'obtenir une bien meilleure adaptation aux circuits de mise à feu comportant des résistances parasites surtout des résistances de limitation du courant de court-circuit.

L'affaiblissement dû à ces résistances additionnelles qui peuvent atteindre jusqu'à la quinzaine d'ohms, diminue considérablement lorsque la résistance de l'élément chauffant s'élève au-dessus d'une cinquantaine d'ohms.

Un autre but est de réaliser un tel initiateur qui soit de fabrication simple, à faible coût, à bonne résistance mécanique et bien adaptée à la grande série, présentant une sécurité et une fiabilité de fonctionnement nettement améliorées par rapport aux amorces connues, c'est-à-dire dont la valeur de la résistance puisse être fixée avec précision.

Par ailleurs on connaît, dans un autre secteur technique se rapportant à la technologie de fabrication des résistances pour circuits hybrides, l'utilisation de résistances en couche épaisse constituées notamment d'encre conductrices déposées en couches polymérisées telles que décrites par exemple dans les brevets FR-A-2 305 478 ou GB-A-1 565 207. Dans ces réalisations l'encre conductrice est utilisée à titre de résistance électrique proprement dite, désignée sous le vocable général de résistance en couche épaisse. Ces encres peuvent être mise en oeuvre par sérigraphie.

On note cependant que dans le domaine des initiateurs pyrotechniques on connaît des substances explosives pâteuses ou liquides qui sont mises en oeuvre par sérigraphie. Le brevet GB-A-2049 651 décrit ainsi une amorce comportant une couche d'explosif donc non conductrice électriquement déposée en couche épaisse par sérigraphie. La mise en oeuvre de ces substances actives à lieu à froid et ce brevet

évoque seulement la possibilité de déposer une telle couche sur un circuit imprimé classique servant lui-même d'élément résistif. Mais l'invention consiste à utiliser des encres conductrices comme dispositif d'initiation pyrotechnique. La fonction de la couche d'encre conductrice est alors de dégager de la chaleur après mise sous tension électrique.

L'invention a donc pour objet un initiateur pyrotechnique électrique, du type comportant une couche conductrice résistive reliée à deux électrodes et placée au contact d'une charge pyrotechnique pour initier celle-ci par chauffage par effet Joule, initiateur caractérisé en ce que la couche conductrice résistive est une couche épaisse constituée d'une encre résistive sérigraphiable de type comprenant un mélange de billes de verre ou de céramique et de métaux et d'oxydes métalliques.

L'utilisation des encres conductrices, connues dans la technologie des circuits hybrides, comme résistance chauffante permet d'obtenir une valeur précise et stable de la résistance assurant ainsi la sécurité et la reproductibilité de l'amorce. D'autre part, en raison de la forte résistivité de ces encres et de la possibilité de régler la valeur de la résistance sur une large gamme dans les conditions d'encombrement imposées en modifiant la résistivité de la couche, on peut obtenir une résistance élevée, dans le cas présent par exemple de plusieurs dizaines à plusieurs centaines d'ohms.

Selon un mode de réalisation, l'initiateur pyrotechnique est caractérisé en ce que la couche d'encre résistive est déposée par sérigraphie sur un substrat en forme de rondelle disposée sous la charge pyrotechnique, de telle sorte qu'elle soit en contact avec la charge et avec deux électrodes consistant en deux couches de métallisation annulaires concentriques à la rondelle et prévues sur celle-ci.

L'amorce ainsi réalisée se révèle de conception simple de bonne résistance mécanique et de fabrication en grande série facile. La couche d'encre conductrice est en effet déposée par sérigraphie sur le support, puis cuite au four et couverte enfin par une couche de passivation.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins sur lesquels:

- la figure 1 représente en vue en coupe longitudinale d'un initiateur selon l'invention pour cartouche de moyen calibre,

- la figure 2 représente une vue du dessus du support de la couche d'encre conductrice.

En référence à la figure 1, l'amorce conforme à l'invention comprend une enveloppe métallique extérieure 1, qui peut être par exemple en laiton, sensiblement cylindrique renfermant la charge pyrotechnique utile 2 de l'amorce dans sa partie supérieure. La charge 2 est séparée de l'enveloppe 1 par un godet 3, en laiton également, dont le fond est muni d'une ouverture centrale 4. est recouverte par un paillet nitrailfilm 5

protecteur qui comprime cette charge 2 vers la couche d'encre conductrice 6. Celle-ci est en effet en contact avec la charge utile 2 par l'ouverture centrale 4 du fond du godet 3. La couche conductrice 6 est déposée sur un support céramique 7 en forme de rondelle déposée sous le godet 3.

La charge pyrotechnique utile de l'amorce peut être constituée par exemple par une composition pyrotechnique à base de fulminate de mercure, de trinitrorésorcinate de plomb ou de l'azoture de plomb.

Sur la figure 2 sont représentées les couches de métallisation 8 et 9 déposées sur le substrat 7 en céramique ou autre matière sur et entre lesquelles est déposée la couche d'encre conductrice 6. L'encre conductrice est avantageusement déposée par sérigraphie sur le substrat 7 puis l'ensemble est cuit au four puis reçoit une couche de passivation en l'espèce un vernis protection pour éviter l'oxydation.

On peut aussi utiliser les techniques classiques de vaporisation ou électrodéposition ou encore de gravure chimique pour le dépôt de la couche d'encre conductrice.

La technique du dépôt (sérigraphie et cuisson), l'encre conductrice composée notamment de mélanges de billes de verre ou de céramique et de métaux et oxydes métalliques, ainsi que le substrat (céramique) sont ceux utilisés pour les circuits hybrides. Mais les formes et les dimensions des éléments sont adaptées aux contraintes particulières des initiateurs en particulier au système d'électrodes.

Dans la partie inférieure de l'enveloppe métallique est placé un plot sertissable 10 qui est séparé de l'enveloppe extérieure 1 par un godet isolant 11. Le plot émerge en contact d'une part avec la charge pyrotechnique 2 par le vide central de la rondelle 7 et d'autre part débordé sur la couche annulaire 9. Le fond du godet 3 repose lui sur la couche de métallisation 8. Comme par ailleurs le godet 11 isole électriquement ce plot 10 de l'enveloppe 1 et donc aussi du godet 3, les couches annulaires 8 et 9 constituent des électrodes lorsqu'un potentiel électrique est appliqué entre le plot 10 et le godet 3. Lorsqu'une source de tension est connectée entre le plot 10 et le godet 3 donc entre les deux électrodes 8 et 9 le courant traverse la résistance sérigraphiée 6 et provoque son échauffement par effet Joule. La chaleur est transmise par conductrice thermique dans la composition pyrotechnique 2 et provoque son initiation.

L'amorce particulière décrite est destinée à l'allumage de la charge propulsive d'une munition de moyen calibre. On peut utiliser ce type d'amorce également pour les tubes porte amorce de gros calibre, les débonateurs électriques pour fusée d'obus ou encore les inflammateurs pour missiles et roquettes.

## Revendications

1 - Initiateur pyrotechnique électrique du type comportant une couche conductrice (6) résistive reliée à deux électrodes et placée au contact d'une charge pyrotechnique (2) pour initier celle-ci par chauffage par effet Joule, initiateur caractérisé en ce que la couche conductrice résistive est une couche épaisse constituée d'une encre résistive sérigraphiable (6) de type comprenant un mélange de billes de verre ou de céramique et de métaux et d'oxydes métalliques.

2 - Initiateur pyrotechnique électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche d'encre résistive (6) est déposée par sérigraphie sur un support céramique (7) en forme de rondelle, disposé sous la charge pyrotechnique (2) de telle sorte que l'encre occupe une zone comprise entre deux électrodes consistant dans deux couches (8, 9) de métallisation annulaires concentriques à la rondelle prévues sur celle-ci et soit en contact avec les électrodes.

## Patentansprüche

1. - Elektrische, pyrotechnische Zündkapsel mit einer Widerstandsschicht, die an zwei Elektroden angeschlossen ist und mit einer pyrotechnischen Ladung (2) in Kontakt steht, um diese durch Widerstandsheizung zu zünden, dadurch gekennzeichnet, dass die Widerstandsschicht von einer dicken, durch Siebdruck aufbringbaren Widerstandsfarbschicht (6) gebildet wird, die eine Mischung aus Glas- oder Keramikugeln sowie Metallen und Metalloxyden umfasst.

2. - Elektrische, pyrotechnische Zündkapsel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Widerstandsfarbschicht (6) durch Siebdruck auf eine Keramikunterlage (7) in Form einer unter der pyrotechnischen Ladung (2) angeordneten Scheibe derart aufgebracht wird, dass die Farbe einen Bereich zwischen zwei von konzentrisch zur Scheibe angeordneten, ringförmigen Metallschichten (8, 9) gebildeten Elektroden einnimmt, die auf der vorstehend genannten Scheibe vorgesehen sind, und mit den Elektroden in Kontakt steht.

## Claims

1 - Pyrotechnic electrical igniter of the type including a resistive conductive layer connected to two electrodes and placed in contact with pyrotechnic charge (2) to ignite it by Joule heat, igniter characterized in that the resistive conductive layer is a thick layer consisting of resistive screen-printable ink (6) of the type including a mixture of glass or ceramic beads and metals and metal oxides.

2 - Pyrotechnic electric igniter as claimed in claim 1, characterized in that the layer of resistive

ink (6) is screen-printed onto a ring-shaped ceramic support (7) located under pyrotechnic charge (2) such that the ink occupies an area included between two electrodes consisting of two annular metallization layers (8, 9) concentric with the ring provided on it and is in contact with the electrodes.

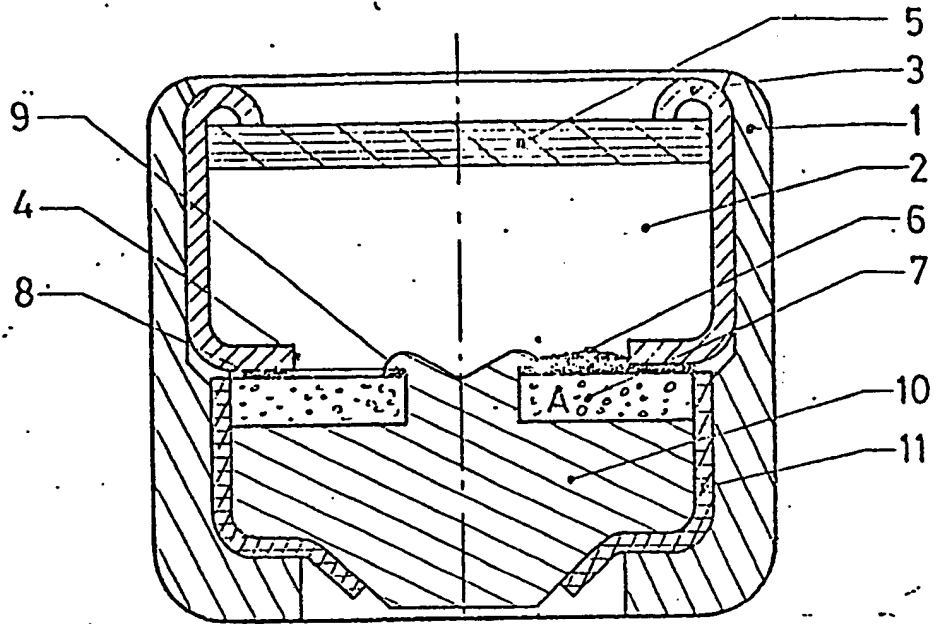


FIG. 1

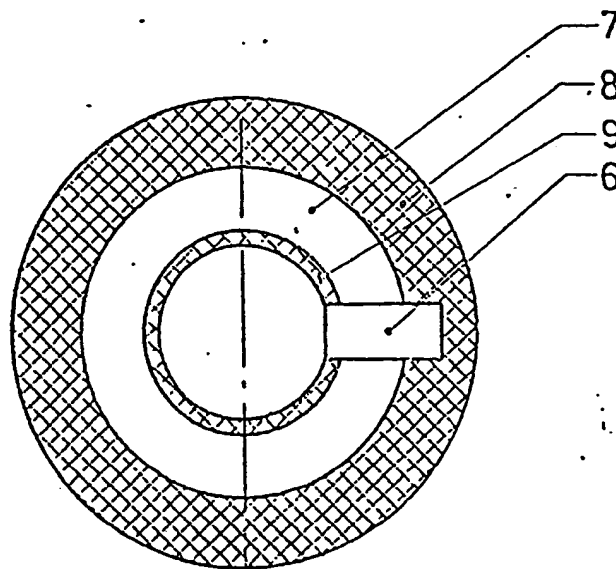


FIG. 2